

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-119917

⑤ Int. Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ④ 公開 昭和62年(1987)6月1日
H 01 L 21/203 7739-5F
21/263
// H 01 L 33/00 6819-5F 審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

④ 発明の名称 炭化ケイ素単結晶の形成方法

② 特 願 昭60-260188

② 出 願 昭60(1985)11月20日

② 発 明 者 松 本 昭 一 郎 守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内

② 出 願 人 三 洋 電 機 株 式 有 限 公 司 守口市京阪本通2丁目18番地

④ 代 理 人 弁 理 士 藤 田 龍 太 郎

明 細 書

1 発明の名称

炭化ケイ素単結晶の形成方法

2 特許請求の範囲

① 炭化ケイ素単結晶基板上の異なる領域に分子線エピタキシャル成長法により複数の異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を選択的に形成する炭化ケイ素単結晶の形成方法において、前記基板の分子線入射側と反対側に前記基板の温度調整用防熱マスクを配設し、前記防熱マスクを介し加熱手段により前記基板を加熱して前記基板に異なる成長温度領域を形成し、前記各領域にそれぞれ異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を成長させることを特徴とする炭化ケイ素単結晶の形成方法。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、炭化ケイ素単結晶基板上の異なる領域に複数の異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を選択的に分子線エピタキシャル成長させる炭化ケイ素単結晶の形成方法に関する。

〔従来の技術〕

一般に、分子線エピタキシャル成長(以下MBEという)法により半導体基板上に所定パターンの半導体結晶を選択成長させる手法として、高橋清「分子線エピタキシー技術」(株式会社工業調査会)頁82,83に記載されているように、メカニカルマスクを用いる手法がよく知られている。

これは、たとえば第4図に示すように、分子線源(1)と半導体基板(2)との間に、所定形状の透孔(3)が形成されたメカニカルマスクとしての分子線カットマスク(4)が配設され、分子線源(1)からの分子線がマスク(4)の透孔(3)のみを通過して透孔(3)に対応する領域にのみ半導体結晶をエピタキシャル成長させるものである。

そして前記した手法により、炭化ケイ素(SiC)単結晶基板上の異なる領域に複数の異なる結晶構造のSiC単結晶を選択的にエピタキシャル成長させる場合、たとえば6H型および3C型の2種類の結晶構造のSiCのpn接合を形成するとすると、第5図(a)、(b)にそれぞれ示すように、中央部に透孔

(5)を有する第1マスク(6)および両端部に透孔(7)を有する第2マスク(8)を準備し、第6図(a)に示すように6H型SiC単結晶基板(9)上に6H型SiC単結晶からなるバッファ層(10)を形成し、その後第1マスク(6)を分子線源と基板(9)との間に配設し、基板(9)を加熱手段により6H型SiC単結晶の成長温度である $T_1^{\circ}\text{C}$ に加熱し、第1マスク(6)を介して分子線源からの分子線を基板(9)に照射し、同図(b)に示すように、バッファ層(10)の中央部に6H型のSiC単結晶からなるn層(11)をエピタキシャル成長させる。

つぎに、第2マスク(8)を分子線源と基板(9)との間に配設し、基板(9)を加熱手段により3C型SiC単結晶の成長温度である $T_2(<T_1)^{\circ}\text{C}$ に加熱し、第2マスク(8)を介して分子線源からの分子線を基板(9)に照射し、第6図(c)に示すように、バッファ層(10)の両端部に3C型SiC単結晶からなるn層(12)をエピタキシャル成長させる。

さらに、3C型SiCのn層(12)を形成したのち、前記した6H型SiCのn層(11)の成長時と同様に基

合わせを精度よく行なうことができず、成長する結晶表面の平坦性および品質の低下を招き、第3に2枚のマスク(6)、(8)の保持、駆動用に、かなり大がかりなマニピュレータが必要になり、このような大型のマニピュレータを真空室内に収納しなければならぬため、真空室内の汚染や真空度の低下の原因となり、成長する結晶の品質に悪影響を及ぼす虞れがある。

そこで、この発明は、マスク交換等の操作を省き、工程の簡略化および所用時間の短縮化を図り、しかも真空室内の汚染や真空度の低下を防止し、平坦性および品質の優れたSiC単結晶を形成できるようにすることを技術的課題とする。

〔問題点を解決するための手段〕

この発明は、前記の諸点に留意してなされたものであり、炭化ケイ素単結晶基板上の異なる領域に分子線エピタキシャル成長法により複数の異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を選択的に形成する炭化ケイ素単結晶の形成方法において、前記基板の分子線入射側と反対側に前記基板の温度調整

板温度を $T_1^{\circ}\text{C}$ とし、第1マスク(6)を介した分子線の照射により、第6図(d)に示すように、n層(11)上に6H型SiC単結晶からなるp層(13)をエピタキシャル成長させて6H型SiCのpn接合を形成し、その後前記した3C型SiCのn層(12)の成長時と同様に基板温度を $T_2^{\circ}\text{C}$ とし、第2マスク(8)を介した分子線の照射により、同図(e)に示すように、両n層(11、12)上にそれぞれ3C型SiC単結晶からなるp層(14)をエピタキシャル成長させて3C型SiCのpn接合を形成する。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ところが、前記したSiC単結晶の形成方法の場合、次の3つの問題点があり、第1に各SiC単結晶層(11)~(14)のエピタキシャル成長を別個に行なうため、4回の成長工程が必要となり、工程数が多く、長時間を要し、第2に2枚のマスク(6)、(8)が必要になり、各層(11)~(14)の成長ごとにマスク(6)、(8)を交互にセットしなければならず、非常に手間がかかり、しかもマスク(6)、(8)の位置合わせを検視の困難な真空室内で行なうため、マスクの位置

用防熱マスクを配設し、前記防熱マスクを介し加熱手段により前記基板を加熱して前記基板に異なる成長温度領域を形成し、前記各領域にそれぞれ異なる結晶構造の炭化ケイ素単結晶を成長させることを特徴とする炭化ケイ素単結晶の形成方法である。

〔作用〕

したがって、この発明では、炭化ケイ素単結晶基板の分子線入射側と反対側に基板温度調整用の防熱マスクが配設され、加熱手段により防熱マスクを介して基板が加熱され、基板に異なる成長温度領域が形成され、基板の各領域の温度に応じた結晶構造の炭化ケイ素単結晶がエピタキシャル成長する。

このとき、従来のメカニカルマスクを使用する場合のように、結晶構造の異なる炭化ケイ素単結晶を成長させるごとにマスクを交換する必要がなく、操作、工程が大幅に簡略化され、しかも複数のマスクの交換機能を有するマニピュレータも不要となり、真空室内の汚染、真空度の低下が防止

される。

〔実施例〕

つぎに、この発明を、その1実施例を示した第1図ないし第3図とともに詳細に説明する。

いま、第1図に示すように、たとえば6H型のSiC単結晶基板10の分子線源11による分子線入射側と反対側に加熱手段としてのヒータ12を配設し、ヒータ12と基板10との間に、高融点金属からなり中央部に四角形の透孔13が透設された基板温度調整用防熱マスク14を配設し、マスク14を介しヒータ12により基板10を加熱し、基板10の中央部、すなわち第1図中の斜線部分に6H型SiCの成長温度である $1450\sim 1550^{\circ}\text{C}$ の高温領域(15a)を形成するとともに、基板10の高温領域(15a)の周囲に3C型SiCの成長温度である $950\sim 1250^{\circ}\text{C}$ の低温領域(15b)を形成し、基板10に分子線源11による分子線を照射して両領域(15a)、(15b)にそれぞれ6H型および3C型のSiC単結晶を成長させる。

このとき、基板10とマスク14との間の距離を一定に保持して基板10に前記した温度の領域(15a)

すると、まず第3図(a)に示すように、基板10上に6H型SiC単結晶からなるバッファ層15を形成し、その後前記したように基板10に高温、低温領域(15a)、(15b)を形成して NH_3 ガスをドーパントとする分子線を照射し、同図(b)に示すように、バッファ層15を介し両領域(15a)、(15b)上にそれぞれ6H型SiC単結晶からなるn層16および3C型SiC単結晶からなるn層17を同時にエピタキシャル成長させる。

ここで高温領域(15a)と低温領域(15b)との境界部分には温度勾配が生じるため、高温領域(15a)の周辺部に相当する第3図(b)中の黒塗り部分には6H型と3C型の両SiCのn形単結晶が混在することになり、以下これをn形混在層という。

さらにn層16、17の成長後、Alをドーパントとする分子線の照射により、第3図(c)に示すように、n層16、17上にそれぞれ6H型SiC単結晶からなるp層18および3C型SiC単結晶からなるp層19を同時にエピタキシャル成長させ、6H型SiCのpn接合18および3C型SiCのpn接合19を形成す

る。(15b)を形成するために、第2図に示すようなホルダ20により基板10およびマスク14を支持するようにし、次にこのホルダ20の構成について説明する。

第2図において、20は一端の開口(21a)の内側に基板10の装着用段部(21b)が形成されるとともに他端の内周にめねじ(21c)が形成された第1円筒体、22は周縁部が段部(21b)に当接して装着された基板10を押える押えリング、23はリング22を第1円筒体20に固定する固定用ボルト、24は内側中央部に一体にマスク14の装着用段部(24a)を有する鈎部(24b)が形成され一端の外周にめねじ(21c)と螺合するおねじ(24c)が形成された第2円筒体、25は周縁部が鈎部(24b)の段部に当接して装着されたマスク14を押える押えリング、26は固定用ボルトであり、リング25を第2円筒体24の鈎部(24b)に固定するようになっている。

つぎに、高温、低温領域(15a)、(15b)に6H型、3C型のSiC単結晶をそれぞれ成長させてpn接合発光ダイオードを形成する手順について詳述

る。

このとき、前記n形混在層上には同様の理由によりp形混在層が形成されることになる。

そして、第3図(d)に示すように、Arをキャリアガスとする O_2 、 C_2F_2 の混合ガスによる気相エッチングによりn形およびp形混在層を選択的に除去したのち、基板10の下面およびp層19、18上の必要部分にそれぞれ下部電極27、上部電極28を形成し、同図(e)に示すように、基板10ごと所定個所に切断し、複数個の6H型SiCのpn接合発光ダイオード29および3C型SiCのpn接合発光ダイオード30を作製する。

ここで、使用した防熱マスク14は厚さ $50\mu\text{m}$ のタングステン製のものであり、ホルダ20による基板10とマスク14との間の距離は8mmとした。

ところで、このようにして作製した発光ダイオード29、30に4V、20mAの直流電力を与えて発光させたところ、6H型SiCの発光ダイオード29は青色ないし青白色に発光し、3C型SiCの発光ダイオード30は赤色ないし橙色に発光した。

なお、前記実施例では基板時に形成する異なる成長温度領域は2種類の温度領域とした場合について説明したが、3種類以上であつてもよく、3種類以上の結晶構造のSiC単結晶を成長させるようにしてもよいことは勿論である。

また、ホルダ18の円筒体19、24の口径を適宜変更することにより、多様な大きさのSiC単結晶基板15上のSiC単結晶の成長を行なえることは言うまでもない。

〔発明の効果〕

以上のように、この発明の炭化ケイ素単結晶の形成方法によると、防熱マスク19によりSiC単結晶基板15に異なる成長温度領域を形成して各領域にそれぞれ結晶構造の異なる炭化ケイ素単結晶を同時に成長させるため、従来のように、結晶構造の異なる炭化ケイ素単結晶を成長させるごとにメカニカルマスクを交換する必要がなく、操作、工程とも大幅に簡略化することができ、所用時間を短縮することができるとともに、従来のような大がかりなマニピュレータが不要となり、真空室内

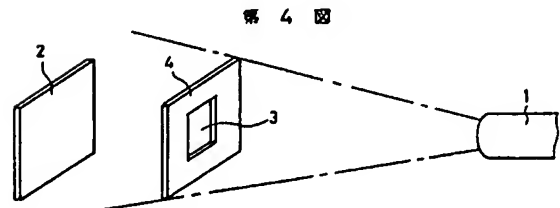
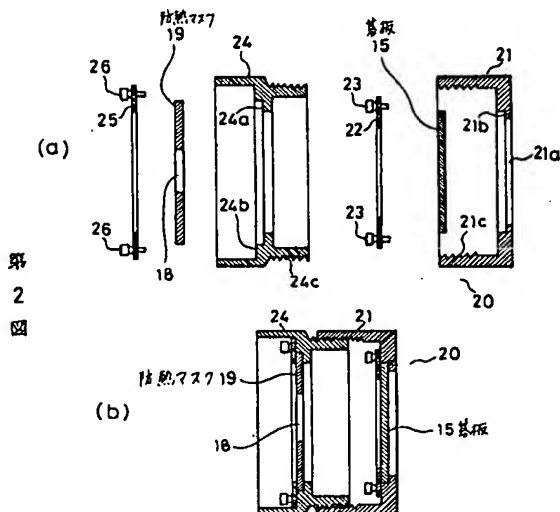
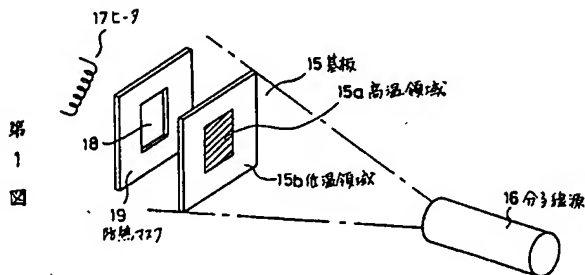
の汚染や真空度の低下を防止することができ、平坦性および品質の優れた炭化ケイ素単結晶を成長させることが可能となり、その効果は極めて大きい。

4 図面の簡単な説明

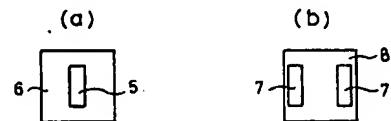
第1図ないし第3図はこの発明の炭化ケイ素単結晶の形成方法の1実施例を示し、第1図は形成時の斜視図、第2図(a)、(b)はそれぞれ基板、防熱マスクの支持用ホルダの分離時および組立時の断面図、第3図(a)~(e)はそれぞれ形成工程の断面図、第4図以下の図面は従来の炭化ケイ素単結晶の形成方法を示し、第4図は形成時の斜視図、第5図(a)、(b)は形成の際に使用する分子線カットマスクの平面図、第6図(a)~(e)はそれぞれ形成工程の断面図である。

09…基板、(15a)、(15b)…高温、低温領域、06…分子線源、07…ヒータ、09…防熱マスク、08…n層、04、03…p層。

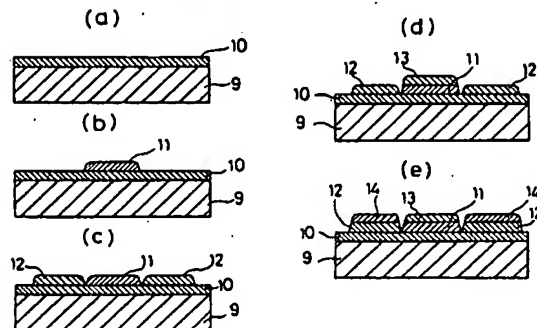
代理人 弁理士 藤田 龍太郎



第 5 図



第 6 図



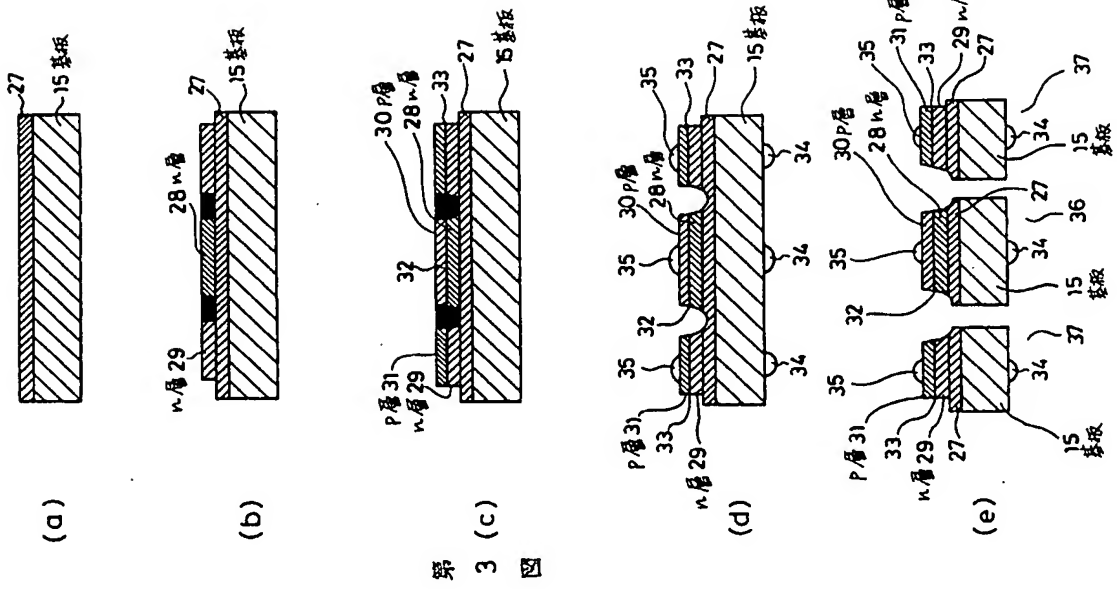


図 3 第 3 図